知识管理论坛 ISSN 2095-5472 CN11-6036/C
Knowledge Management Forum

E-mail: kmf@mail.las.ac.cn
http://www.kmf.ac.cn

【学术探索】

软件产业中的知识建构

——斯里兰卡软件公司调研

◎ Shanmuganathan Vasanthapriyan 田璟 吴建国

武汉理工大学计算机科学与技术学院 武汉 430070

摘要：[目的 / 意义] 软件组织依赖于知识渊博的软件开发人员。软件开发人员必须积累新技术和领域知识，学习组织政策，开展实践活动，拥有文化共识，积极参与软件开发活动。软件开发活动的独特性和固有性意味着在软件组织内部运用有效的知识管理活动来管理软件知识至关重要。在软件开发环境中，加强软件工程师之间的知识创造和共享是一项艰巨的任务。[方法 / 过程] 本研究采用定量和定性相结合的方法，分析了软件工程师对其组织所运用的知识管理实践的看法。分别对斯里兰卡 3 家软件公司进行了半结构式访谈和问卷调查。调查结果表明这 3 家软件公司意识到知识共享的重要性和组织学习的必要性，组织学习是为组织赢得竞争优势以及稳固组织成功的战略性工具。[结果 / 结论] 研究结果证实了信息通信技术对知识管理实践及随后对创新的预期干预均有影响。另外，研究分析了参与研究的 3 家软件公司所使用的多种知识管理工具和技术，发现了实施知识管理活动的障碍。本研究也为组织管理者通过知识管理活动提升组织效率提出了一个新思路。

关键词：软件工程 知识管理 知识管理实践 隐性知识 组织学习

分类号：G302

引用格式：VASANTHAPRIYAN S, 田璟 , 吴建国 . 软件产业中的知识建构——斯里兰卡软件公司调研 [J/OL]. 知识管理论坛 , 2017, 2(1): 32-45[引用日期]. http://www.kmf.ac.cn/p/1/64/.

1 引言

软件开发是一项知识密集型协作活动[1]，其成功与否取决于开发人员的知识和经验。软件开发人员必须积累新技术和领域知识，学习组织政策，开展实践活动，达成文化共识，积极参与软件开发活动。因此，该过程中存在大量可以被捕获和存储的知识，并在需要之时加以应用。如此看来，知识管理（KM）实践适用于软件工程中的知识管理。知识管理的主要目的之一在于更加高效地管理知识，使知识能够在适当的时间以适当的形式被提供给适当的人员[2]。由

基金项目：本文系湖北省自然科学基金重点项目“物联网系统安全可靠性建模与分析技术研究”（项目编号：2015CFA069）和武汉市应用基础研究计划“基于云平台的大规模固件安全分析关键技术研究”（项目编号：20160101010004）研究成果之一。

作者简介：Shanmuganathan Vasanthapriyan（ORCID: 0000-0002-2570-048X），博士研究生，E-mail：priyan@whut.edu.cn; 田璟（ORCID: 0000-0002-6114-3465），副教授; 吴建国（ORCID: 0000-0002-1100-8695），硕士研究生。

收稿日期：2016-10-12 发表日期：2017-02-16 本文责任编辑：易飞

知识管理论坛，2017（1）:32-45
DOI：10.13266/j.issn.2095-5472.2017.005

此可见，知识管理有利于软件开发人员更好地进行软件开发。

知识管理活动是指所有具有上述过程特征的基本活动及其子活动，且每个组织的特征都不尽相同。本研究涉及到了知识管理实践中的知识识别、知识获取、知识创造、知识共享、知识存储以及知识应用等，涵盖了大多数不同研究人员在文献中提到的知识管理活动。在这一背景下，知识管理系统（KMS）作为知识管理的关键推动因素很自然地被应用起来。

本研究对斯里兰卡 3 家软件公司进行了调研，这 3 家公司都在一定程度上应用知识管理的概念和工具对组织内部的知识进行管理。调查的目的是了解它们的实践活动、不满和期望、积极性以及开展知识管理实践的障碍等。此外，研究还发现了在实施知识管理过程中隐藏的问题和障碍，并揭示了其根本原因，提出了相应的建议和解决方案以及未来的研究方向。这种经验对软件产业的知识管理和创造力支持方面具有一定的借鉴作用。

文中所呈现的绝大多数统计数据都是使用社会科学统计软件（SPSS）对调查问卷所收集的数据进行全面分析后的结果。尤其是表格中的描述性数据，它有助于我们详细地分析调查软件开发人员的特点和答案。

2 方法论

2.1 组织中的知识管理

信息和知识的区分至关重要。数据是离散的，是创造信息之根本，当赋予它意义时，数据就成为了信息，同时也具有了有意义的结构。知识是在信息范围内定义的，它是人们感知、学习和推理的结果。知识促使企业作出决定，并采取有效的措施来实现他们的商业目标。有文献采用一种迭代的分层周期结构来描述数据、信息和知识之间的功能关系 [2]。此外，日本一所研究型大学的一项调查研究表明数据、信息和知识的转换周期呈螺旋状 [3]。

根据 M. Polanyi[3] 的定义，知识可分为两种，即显性知识和隐性知识。隐性知识是指直观的、难以言明的、很难进行明确表述的甚至是不能用语言所表达的知识。隐性知识是个人通过自身的内部认知如经验、反思、内部升华或个人才能而获得的，因此它不能像显性知识一样被管理和传播。显性知识是能够被明确表达的知识，既可以存储在文件和文件夹中，也可以存储在数据库、文档、电子邮件和软件代码等中，对其的处理更为客观、理性并且有技术性。

各大高校和研究机构通常是学术知识的创造地。A. P. Wierzbicki 和 Y. Nakamori 等 [4] 提出了 EDIS 螺旋理论（启示 - 辩论 - 浸化 - 选择）来描述学术界普遍的知识创造过程。

2.2 软件工程中的知识管理

学界对知识管理在软件工程中的贡献，如不同领域的案例研究、实验和调查分析等方面有不少的研究 [5-9]。野中郁次郎和竹内弘高 [10] 所著的《创新求胜》 试图说明日本企业的过人之处在于其知识创造能力。比昂松 [11] 提出了软件工程知识管理中中小型企业所面临问题的解决方案。他认为事后回顾和经验总结这两种方法非常适合收集软件开发知识，尤其是收集轻量级的经验报告。

此外，信息和通信技术（ICT）[12] 在企业实施知识管理时也发挥了重要支持作用。A. Aurum 等对澳大利亚两个软件公司有关知识管理实践的调研表明，领导力、技术、文化及其影响的测量方法等已成为澳大利亚软件公司知识管理过程的推动器 [13]。软件开发者之间的团队合作产生大量的知识，这也是个体间有效知识共享的意义所在 [14]。有定性实证研究分析了软件新人获得知识的方式以及在小型软件产业的初期活动中影响知识转移的因素 [11]。

R. Ruggles[15] 进一步提出了软件产业知识管理的负面观点。他调查了美国和欧洲 431 个软件产业管理人员对知识管理目前的理念、态度和方法，发现软件行业在知识的转移和产生方面缺乏信心。S. Komi-Sirvio[16] 研究了基于需求的知识管理。他们对一家软件开发公司的员工



进行了一系列的访谈，初步结果显示如“经验数据库”和“数据传输日”这类被推荐的方法并不奏效。K.C. Desouza 等 [17] 提出了为软件过程管理建立知识管理系统，将增加软件公司产品的成熟度，使产品开发具有更高质量和更多收益。

本研究以知识识别、知识获取、知识创造、知识共享、知识存储和知识应用作为知识管理的活动。

2.3 知识构建方法

知识融合的主要模型是 Y. Nakamori 等 [18] 提出的“i- 系统”，如图 1 所示。本文探讨 3 家软件公司知识管理实践的现状。在这里，新知识是由 3 个子系统构建的，即智能（科学前沿）、参与（社会前沿）和想象力（认知前沿）。此外，起始节点是干预（问题被作为行为给出），最后的节点是整合（构建新知识）。

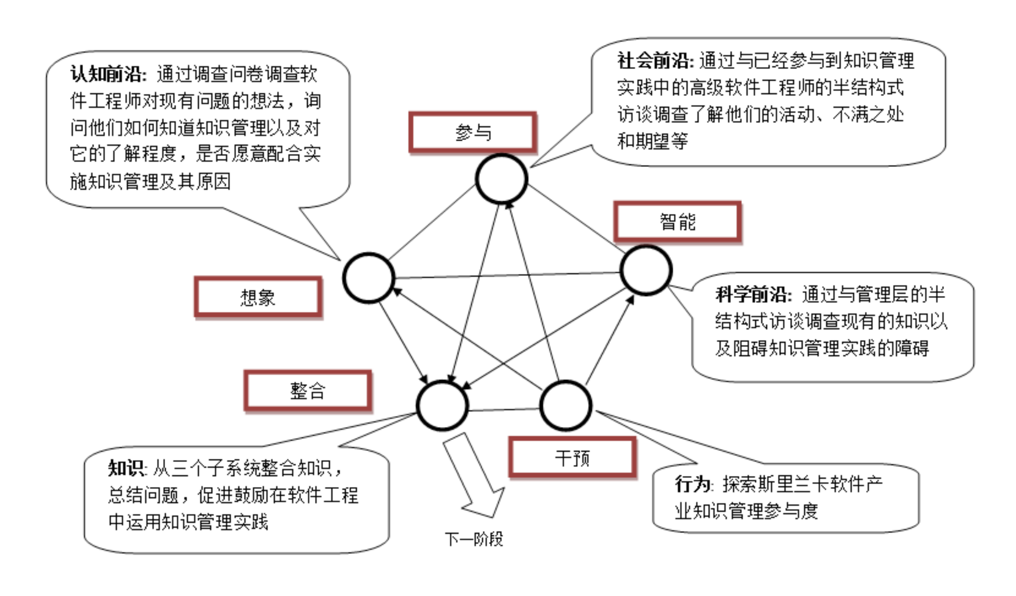


图 1 i– 系统 [18]

Y. Nakamori 等 [18-20] 提出的知识构建体系理论运用了该观点并指出该如何构建必要的知识来解决当今复杂的问题。

“干预”是在问题没有处理之前采取行动。本文通过以下 3 个子系统探索斯里兰卡软件公司的知识管理实践：科学前沿——“智能”，通过与这 3 家公司的管理层进行半结构式访谈来收集数据和信息；社会前沿——“参与”，通过与已有知识管理实践经验的高级软件工程师进行半结构式访谈，调查他们的实践活动、不满、期望和想法来收集数据和信息；认知前沿——“想象”，是在新的或现有知识的基础上创造出属于自身的知识。通过问卷调查研究软件开发人员对知识管理活动的看法、实施时的困难与合作意愿，最后一个阶段“整合”是创造性过程的系统融合，包含了研究成果（内容，结果和发现），调查结果（成功或失败，新问题）以及新研究计划（项目的下一个阶段）。

该框架是一个过程化知识构建方法，通过显性知识和隐性知识的相互作用，提出了该如何构建必要的知识来解决当今复杂的问题。Y. Nakamori 等运用该模型构建了一些知识应用，如生物量城市计划，它是日本一个城市的区域性环境保护活动。因此，构建的新知识包括在知识管理实践中隐藏的问题、障碍和其根本原因。该构建知识也将有助于决策。

3 调查概况

本研究主要探索软件产业中的知识管理实践。为此，应该从正在进行知识管理实践的不

知识管理论坛，2017（1）:32-45
DOI：10.13266/j.issn.2095-5472.2017.005

同人员处收集相关信息。首先，从公司管理层处收集信息以了解其动机和阻止促进知识管理实践的障碍；其次，从有知识管理活动经验的软件开发人员处收集信息以了解他们的经验、不满、期望和看法；最后，收集 3 家公司所有软件开发人员的意见，以了解他们对于知识管理活动的看法、困扰、困难和障碍。在这种情况下，我们引入了混合法来收集数据。C. Teddlie 和 A. Tashakkori [21] 认为混合法能为解答研究问题提供更多机会，可以更好的评估研究结果及其推论的可信度。

调查问卷由 8 个部分构成，是基于文献综述和行业研究专家的意见用英语编写的。第一部分是个人基本信息（工作经验、职位描述、工作能力）。其他部分包括知识识别、知识获取、知识创造、知识共享、知识存储、知识应用、知识管理工具和知识管理障碍的相关问题。我们引用五点李克特量表来收集受访者的具体态度，包括非常同意、同意、不知道、不同意，非常不同意，分数分别为 5、4、3、2、1。本次调研决策标准的平均值为 3。

笔者通过联系 SLASSCOM（斯里兰卡软件与服务公司协会）获得了斯里兰卡 IT 公司名单。根据 2014 年 SLASSCOM 年报，笔者与正在运用知识管理实践的公司进行了沟通交流，有 7 家公司回应了我们的研究请求，笔者在仔细研究了回复中的公司概况后，考虑到公司规模、业界声望、员工经验和项目数量方面的因素，选择了其中的 3 家公司开展调研。这 3 家公司都拥有相当大的人口基数（见表 1），名声卓著，并拥有经验丰富的员工和大量软件项目。此外，这 3 家公司在软件开发过程中已经投入了大量的时间和资源，用于改善知识管理实践活动。遵循研究道德规范，将 3 家公司分别标记为 A、B、C。A 公司是全球信息技术（IT）公司，提供 IT 咨询、技术和外包服务，是银行和金融服务、保险、电信、科技和媒体行业领先的软件供应商。B 公司是全球公认的开发和交付 ERP（企业资源计划）软件的领导者。C 公司是一家电信、金融和企业市场应用和服务提供商，专注于人力资源应用和企业无线移动应用市场。对这些公司的进一步分析见本研究的调查结果部分（见 4.1）。

表 1 问卷调查的回应率

受访者	收到的回应数（个）	总人数（个）
交付首脑	33	39
交付经理	31	38
高级项目经理 / 高级产品经理 / 高级软件架构师	39	49
项目经理 / 产品经理 / 软件架构师	26	44
项目领导 / 高级团队领导 / 高级技术领导	28	43
模块领导 / 团队领导 / 技术领导	63	89
高级软件工程师 / 高级质检工程师	44	72
软件工程师 / 质检工程师	139	172
实习生	56	89
总计	459	635

对上述公司采用模块导向和项目导向的试点研究方法（每个公司 10 位参与者），使用深度访谈法和问卷调查来建立和确认大规模问卷调查和半结构式访谈所需要解决的问题。在成功地进行了可靠性和有效性分析后，得出了该方法的最终版本。如表 2 所示：

表 2 信度分析

可变因子	问题数量	信度系数	可靠性
知识识别	4	0.61	比较高
知识获取	6	0.67	比较高
知识创造	4	0.79	高
知识共享	5	0.71	高
知识存储	4	0.66	比较高
知识应用	6	0.79	高
满意度 / 障碍	5	0.83	非常高



网上调查问卷共回收了 459 份数据，包括 333 位男性受访者和 126 位女性受访者（见表 1）。利用 SPSS 2.0 的缺失值分析帮助解决了因受访者回应数据不全造成的一些问题，本研究使用参考文献 [22] 中提出的缺失值填充技术来进行缺失值的平均代替。

一个离群值就是远远偏离其他观测数据的一个观测值，以至于会使人怀疑它是由和大多数数据不同的机制产生的数据。真正的离群值与其他观测数据有很大不同，并违反变量间的合理关系。为了对此进行分析，可引进数据挖掘，它能够处理不同类型的数据，对其中不容忽视的、隐藏的、有意思的数据进行发掘。孤立点检测是数据挖掘中的一个基本问题 [23]。本文使用基于聚类分析的孤立点检测来检测和删除数据中的异常对象。

把半结构式访谈分为“管理层”和“高级软件工程师”两个角度，与高级软件工程师和公司管理层的半结构式访谈有助于深入了解研究问题并收集信息。分别对 3 家公司的总共 12 位受访者进行了访谈，其中针对每个角度调查每个公司的两名受访者，从而获得知识管理实践各方面的定性数据，这有利于获得公司更多更详细的信息，也可以将其作为使受访者深入回答后续跟进问题的手段。

4 调查结果

4.1 概况和统计

需要确定参与调查人员的概况和统计人口结构，包括受访者类型、每个公司的受访率、受访者教育程度以及其行业工作经验。

4.1.1 受访者概况

本次调查中受访者的职位分布如图 2 所示：

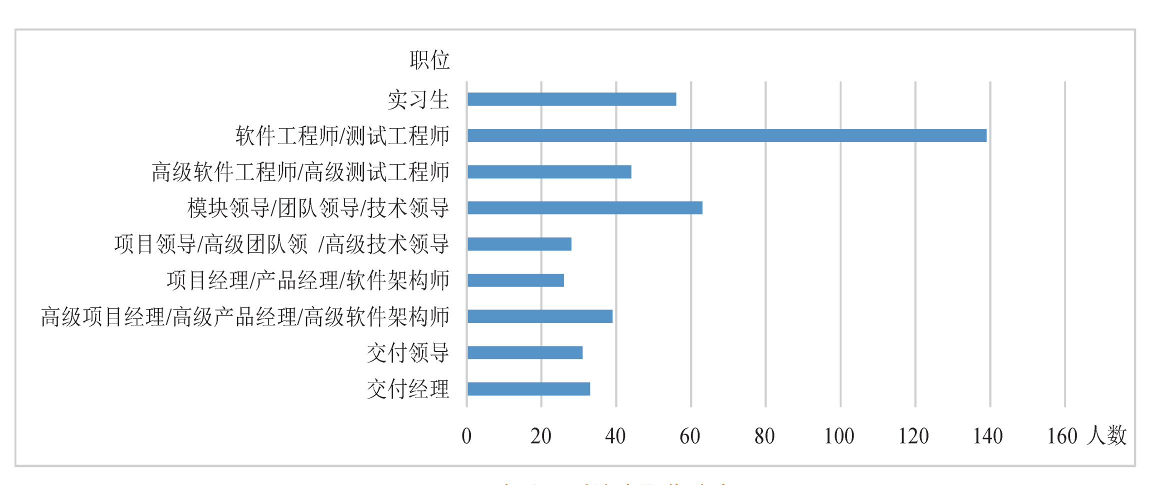


图 2 3 家公司受访者职位分布

4.1.2 所在公司

笔者通过调查问卷记录了受访者的工作单位，受访者的人数足够确保各个类型的受访者都参与到了我们的调查中。受访者公司分布情况如图 3 所示。为了保护公司隐私，公司名字分别用 A、B、C 代替。

4.1.3 软件开发工作经验

图 4 展示了受访者在软件公司的工作年限分布情况。

从图 4 中，不难发现经验不足的受访者响应调查的积极性更高。只有 19.39% 的受访者有超过 5 年的工作经验，大约 16.99% 的受访者有 3-5 年的工作经验。由于参与者对调查的回答与工作经验有关，这有助于我们从更广泛的人群中得到有价值的数据。

4.1.4 最高学历

笔者通过调查问卷记录了受访者的教育背景，其最高学历分布情况见图 5。结

知识管理论坛，2017（1）:32-45
DOI：10.13266/j.issn.2095-5472.2017.005

果表明，69.28% 和 27.02% 的受访者分别拥有学士学位和硕士学位，而 14% 的受访者教育程度是高中，只有 4% 拥有博士学位。

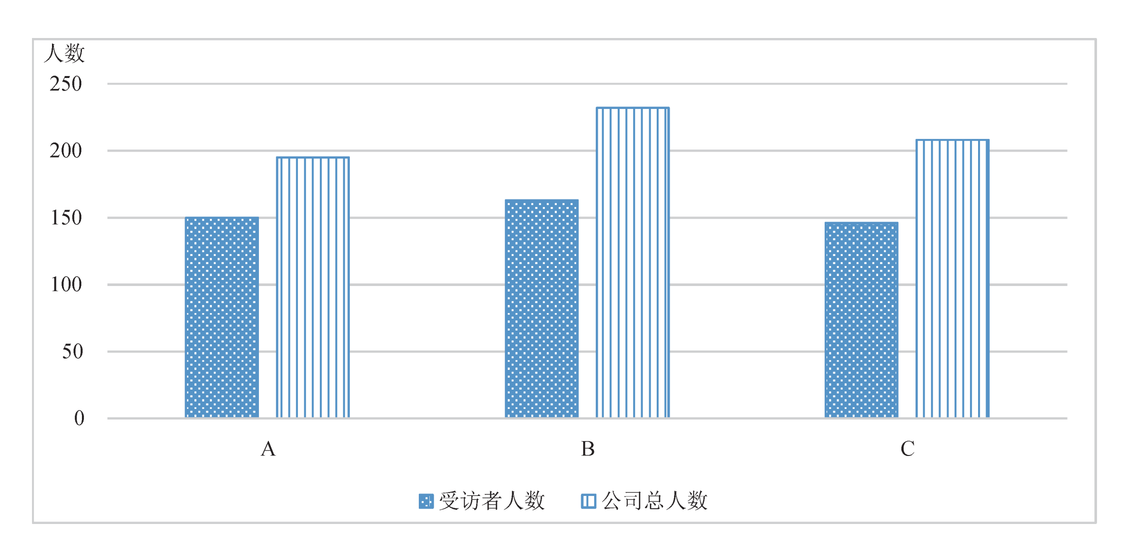


图 3 各公司受访者人数分布

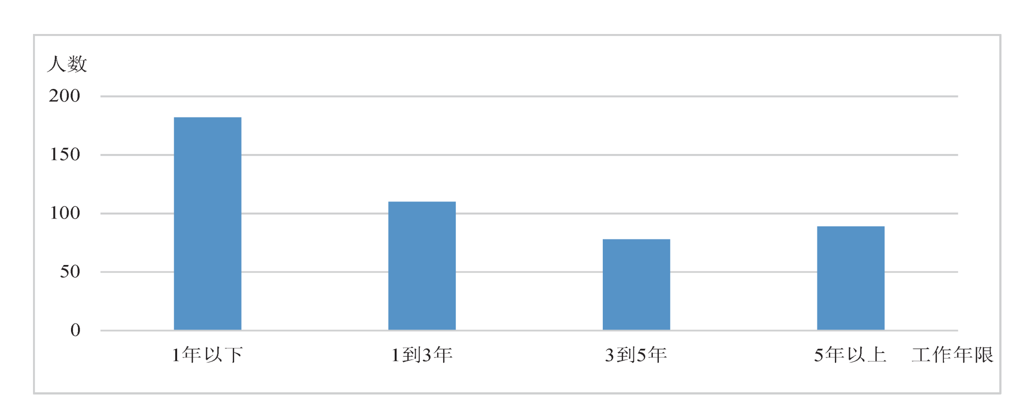


图 4 受访者工作年限

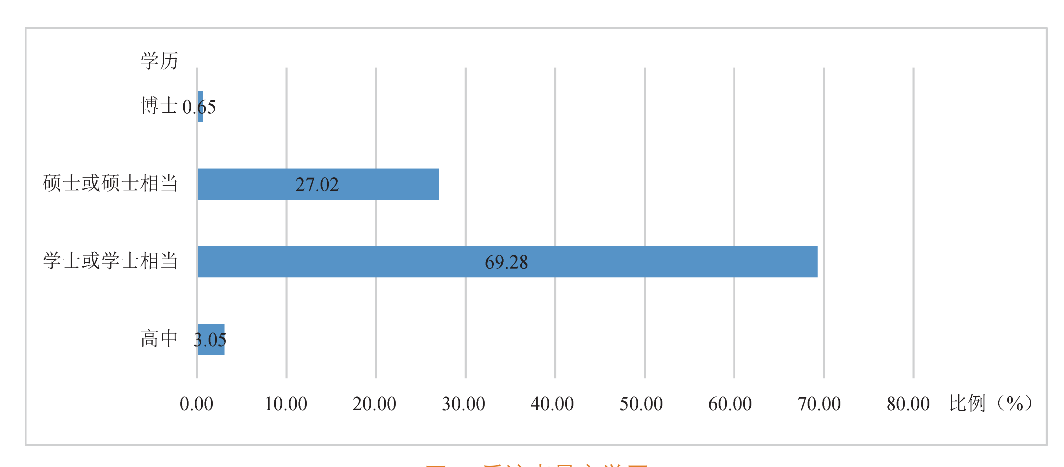


图 5 受访者最高学历



知识管理论坛
2017 年 第 1 期（总第 7 期）

4.2 知识管理实践

4.2.1 对知识管理概念和工具的熟悉程度

我们的首要目标是了解知识管理实践的现状，即了解目前各个公司知识管理实践中所运用的工具和技术以及组织结构（见表 3）。A 公司软件开发人员对知识管理实践的认知、经验和熟悉程度处于一个相对不利的水平。相反，B 公司的软件开发人员对知识管理有更多的认知、更丰富的经验，熟悉度也更高，其平均水平处于一个良好的状态。

表 3 知识管理的熟练程度

公司	总数	均值	标准偏差
A 公司	150	2.95	1.36
B 公司	163	3.26	1.43
C 公司	146	3.00	1.40
总计	459	3.08	1.40

4.3 基于经验的学习

知识是在以前的项目和开发经验中形成的，这一过程称为知识转移。大约有 79.74% 的受访者表示，过去的开发经验提高了他们的学习能力，如图 6 所示。结果表明，为了更好地创造、获取和共享知识，应该给予软件开发人员更多的技术支持。

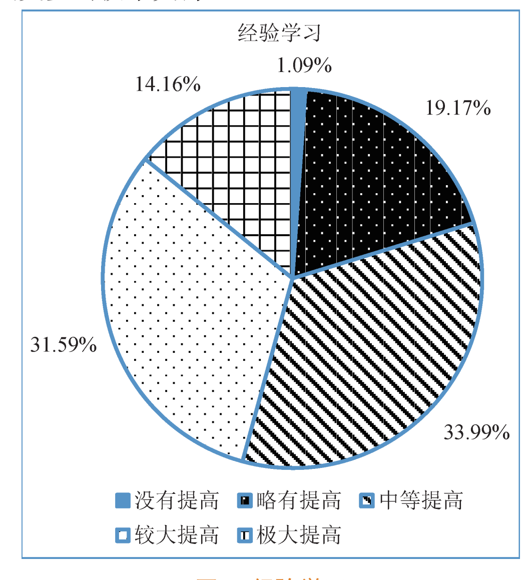


图 6 经验学习

4.4 团队合作

有效的软件开发依赖于知识协作和软件工程师的创造力。软件工程的知识分散在不同的领域资源中，包括显性知识和人脑中储存的知识。因此，团队合作是进行有效组织学习的关键。团队合作为软件开发人员提供了向他人学习的机会，他们互相协作，共享信息，共同讨论和产生新想法。但团队合作的重要性也受到了受访者的质疑（见表 4）。调查发现，B 公司的受访者更愿意在软件开发活动中与他人分享信息或寻求他人帮助来解决问题；而 C 公司的软件开发人员对上述情况都不感兴趣；A 公司的结果处于中间水平。此项调查结果表明了团队合作的重要性。

表 4 团队合作的重要性

描述	平均值		
	A 公司	B 公司	C 公司
我总是跟团队中其他人分享	3.98	4.48	2.98
我总是得到团队中其他人的帮助	3.28	4.09	2.93

4.5 组织知识的利用

组织知识是指软件开发人员从经验和项目中获得的，存在于组织内部的知识集合。此类知识是组织所“拥有”的、可以被收集并归纳整理的知识，即使员工离开公司，也能将它以某种形式保存在组织内部中。前面提到，显性知识很容易被整理和保存。然而，隐性知识却很难被整理出来，很可能更难被识别出来。

调查中要求受访者针对组织知识利用的满意度回答下面的问题（见表 5）。很显然，软件开发人员更倾向于借鉴以前的经验，运用已有的项目文档，但仅仅是存储库中保存的知识是远远不够的，未来必须认真考虑这一点。

4.6 性别行为差异

表 6 显示了本研究所考虑的各个维度基于性别的比较。各个维度中两个性别的均值几乎相等，这表示性别差异对该研究结果的影响不大。

知识管理论坛，2017（1）:32-45
DOI：10.13266/j.issn.2095-5472.2017.005

表 5 利用现有组织知识

描述	平均值		
	A 公司	B 公司	C 公司
在目前的软件开发活动中，您是否重用了过去的项目文档	3.42	4.22	3.98
您的组织管理组织知识的程度如何（以往的经验、项目文档、报表等）	3.09	3.00	2.55

表 6 6 个维度基于性别的均值比较

性别	平均值						
	知识应用	知识识别	知识获取	知识创造	知识存储	知识共享	总体情况
男性	3.75	3.20	3.42	3.67	3.21	2.82	2.45
女性	3.76	3.04	3.45	3.72	3.32	2.90	2.46

4.7 相关性分析

对知识维度之间的关系进行测试与相关性分析，从表 7 可以看到，知识存储除了与知识共享的相关性仅为 0.05 外，与其他所有维度都显著相关，与知识应用之间的关联系数更是达到了 0.75。此外，相关结果清楚地表明了知识共享维度与其他维度相关性不大。笔者猜测出现这种情况的原因可能与个人、组织或技术问题有关。

表 7 6 个维度相关性分析

维度	知识识别	知识应用	知识获取	知识创造	知识存储	知识共享
知识识别	1	0.59	0.59	0.51	0.60	0.44
知识应用		1	0.54	0.72	0.75	0.46
知识获取			1	0.67	0.71	0.40
知识创造				1	0.51	0.53
知识存储					1	0.35
知识共享						1

注：双侧 0.05 显著水平

4.8 管理软件知识

图 7 给出了 3 家公司知识维度的总体平均值，可以看出，B 公司具有更强的知识获取、知识创造和知识存储能力。C 公司应当寻找部署知识库的方法，可以用强大的搜索引擎和知识管理系统来帮助其软件开发人员。此外，B 公司知识共享平均值为 3.04，小于知识创造平均值（4.40）和知识获取平均值（4.00）。笔者分析 3 家公司知识共享维度平均值都偏低的原因可能是由于没有充分利用现有的强大的存取方法、ICT 基础设施不完善以及受组织文化的影响。组织文化会影响开发人员的意愿和行为，鼓励或阻碍员工进行知识共享活动。

4.9 知识管理工具

知识管理工具可在项目开发过程中协调软件开发人员活动，发挥着重要作用。广义上讲，知识管理工具属于技术，可以加快知识的产生、归纳整理和转化。知识管理工具与其他工具一样，都是为了减轻工作负担而设计，允许使用者将其有效应用到最适合的任务中。值得注意的是，本文中提到的知识工具并不都是基于计算机的。

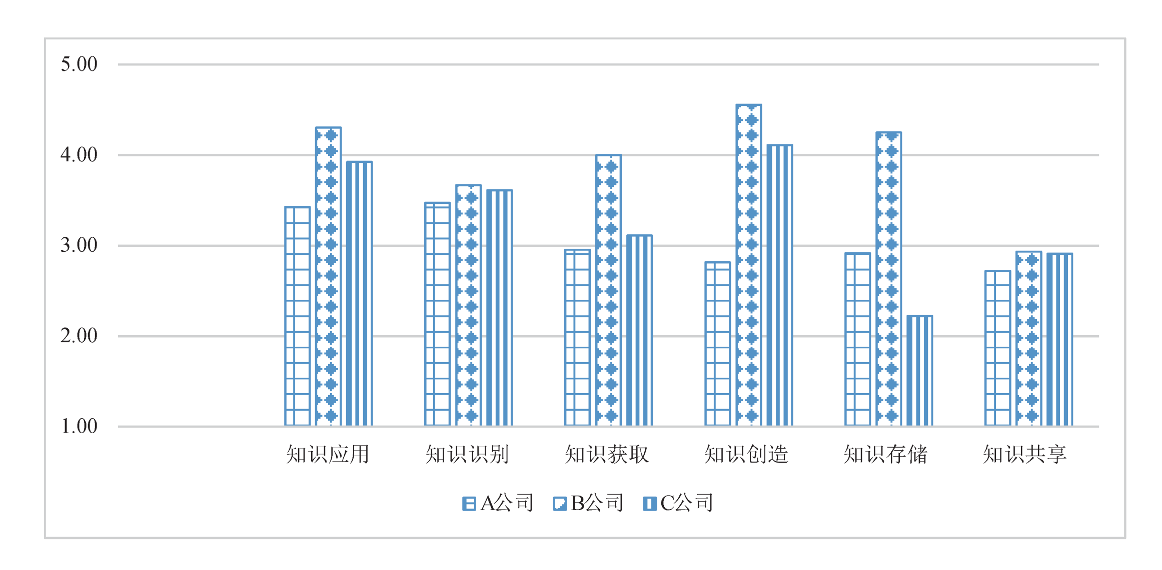


图 7 知识维度总体均值

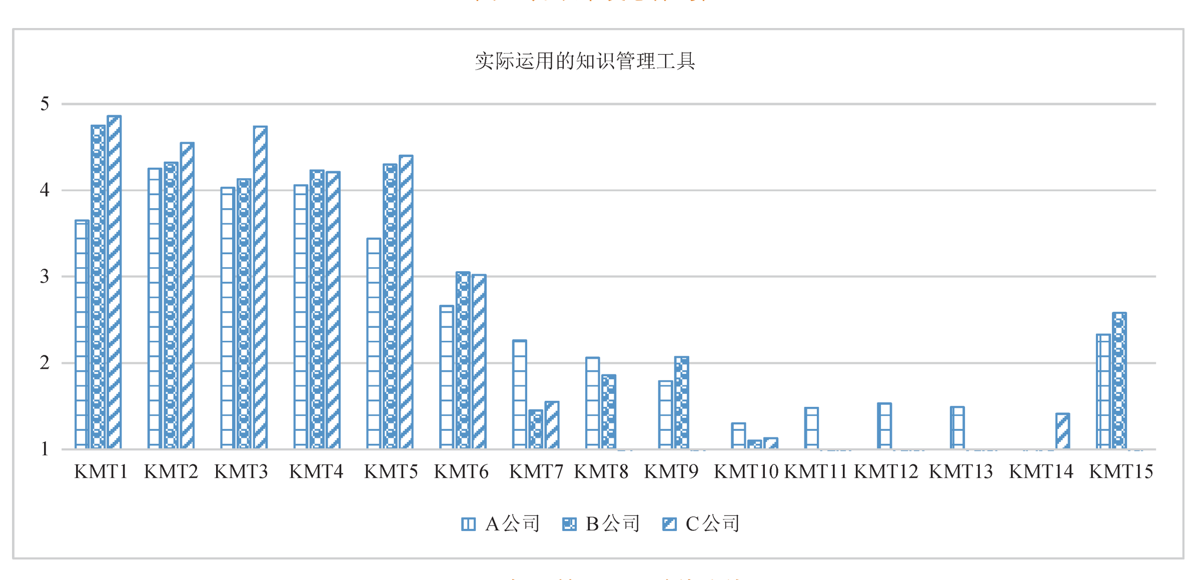


图 8 知识管理工具总体均值

4.10 假设检验

假设检验是一种统计检验方法，用来确定样本数据是否有足够证据以推断出某个条件相对总体成立。假设检验需提出原假设（H_0）和备择假设（H_a），并且两种假设互相独立。

对于卡方拟合优度检验而言，假设形式如下：

H_0: 两个变量之间存在显著相关性

H_a: 两个变量之间无显著相关性

通常情况下，这涉及到比较 P 值和显著性水平，且当 P 值小于显著性水平时，拒绝零假设。

表 8 6 个维度的卡方值

知识维度	变量和 P 值		
	性别	经验	最高学历
知识获取	0.999	0.182	0.000
知识共享	0.426	0.182	0.002
知识创造	0.314	0.321	0.000
知识应用	0.663	0.204	0.59
知识识别	0.586	0.321	0.082
知识存储	0.678	0.342	0.032

知识管理论坛，2017（1）:32-45
DOI：10.13266/j.issn.2095-5472.2017.005

如表 8 结果所示，性别和经验与选定的变量之间存在显著性影响。而最高学历和知识获取（0.000<0.05），知识共享（0.002<0.05）和知识创造（0.000<0.05）之间的显著性水平都小于 0.05，没有明显影响。

我们还进一步得到了 6 个维度的描述性统计数据，如表 9 所示：

表 9 6 个维度的描述性统计

		知识应用	知识识别	知识获取	知识创造	知识存储	知识共享
正态分布	位置	3.754 2	3.151 4	3.428 3	3.681 9	3.236 4	2.842 7
	尺度	.429 99	.830 93	.555 23	.824 19	1.124 46	.463 24

注：数据未加权

如表 9 结果所示，变量知识应用的平均值为 3.754 2，标准方差为 0.429 99。此外，其他变量的平均值都在 3.0 左右，知识存储的标准方差最高，为 1.124 46。由此可见，受访者对相关问题作出了积极的回答。

4.11 矩阵图

图 9 说明了用来同时评估几组变量关系的矩阵图。例如，知识获取和知识应用之间存在很强的关联关系。

图 9 变量关系矩阵图

4.12 知识管理中的问题

在调查中要求受访者评定在软件行业中实施的知识管理的各项活动，如表 10 所示：

表 10 软件开发人员的主要问题

主要问题	平均值		
	A 公司	B 公司	C 公司
团队成员之间的正式沟通	2.35	2.85	2.28
用于未来项目的文档资料和项目经验	3.96	4.09	3.89
组织知识结构可用度	2.67	3.94	3.67
为保持和提高软件开发知识的正式培训	2.97	4.11	3.81
对富有成效的知识共享实行透明的奖赏制度	2.67	3.01	2.93
稳定强大的搜索引擎	2.83	3.67	2.23
知识库中的知识更新及时	2.94	3.65	2.45
有助于知识管理活动的适当 ICT 基础设施和丰富资源	2.98	2.94	2.67
不害怕分享，不认为分享会威胁工作稳定性	2.78	2.89	2.67

4.13 组织的参与

知识管理可以建立知识能力，从而影响和提高组织绩效。作者从受访者处获知其所在公司对知识管理的投资兴趣。

基于图 10 的结果描述，3 家公司的管理层都理解知识管理是软件开发活动的关键，对它的支持十分必要（ORGP1）。此外，A 公司缺乏适当的、能将知识映射到价值创造上的知识策略（平均值为 2.69）（ORGP2），几乎处在一个不利的水平，应当认真思考。尽管



A 公司的管理层无法识别组织内部的专长资源（ORGP5），却能有效利用包括客户知识在内（ORGP6）的外部资源。另外，3 家公司的管理层都承担了帮助学习的责任，包括个人学习与组织学习之间持续不断的转化（ORGP3）以及从过去的经验中学习（ORGP4）。

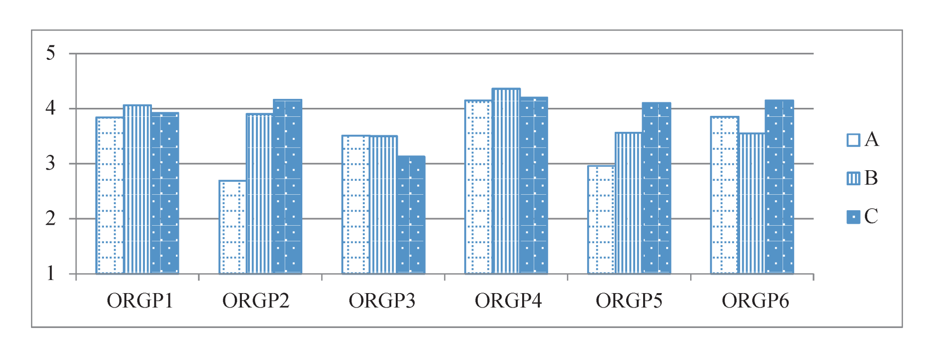


图 10 组织参与

4.14 访谈相关解释

表 11 展示了与管理层的访谈摘要，表 12 展示了与高级软件工程师的访谈摘要。

表 11 管理层访谈摘要

话题	摘要
知识管理的现状	公司管理层都表示他们了解知识管理实践的重要性
促进策略	A 公司的受访者表示目前没有此类策略，但已建立基础设施；而 B 公司和 C 公司的受访者则表示管理层正在软件开发人员中推动领导、评审、指导、评估和沟通等技能
利用外部资源	3 家公司的受访者都认为其组织高度重视客户、竞争者和合作伙伴等外部知识来源
管理问题	基于 3 家公司受访者的回答，存在以下管理问题： – 知识管理过程与组织结构的整合不明确 – 组织知识结构不清晰 – 可供分享的组织资源缺乏 – 由于这些组织都是中等收入的中小型企业，不能对上述需求进行投资
技术问题	基于 3 家公司受访者的回答，存在以下技术问题： – 缺乏信息和通信技术基础设施 – 没有为软件开发人员提供适当的技术培训

表 12 高级软件工程师访谈摘要

话题	A 公司	B 公司	C 公司
对现有知识管理活动的认识度	没有直接的知识管理活动相关参考，但他们知道软件知识，也知道如何管理软件知识	相信知识管理实践最终会提高软件开发的质量	认为它是知识形式化的一个重要组成部分
已实践的知识管理活动	没有直接的知识管理活动相关参考	知识识别、获取、创造、共享和应用	知识创造、知识转移和知识实施活动

知识管理论坛，2017（1）:32-45
DOI：10.13266/j.issn.2095-5472.2017.005

（续表 12）

话题	A 公司	B 公司	C 公司
知识获取	从外部资源获得知识，特别是搜索检索代理及其它门户网站	由于公司拥有很多有经验的人，所以他们从团队会议中获得软件知识	不知道这个术语始终把时间和精力放在从解决过实际问题的人那里获取知识，他们通过讨论、确定数据种类、运用已有知识和流程来解决他们碰到的不同种类的问题
知识创造	团队成员只能在会议上表述自己的想法，但会议不规律	通过实践、协作、交互方式使用知识管理工具在每周一次的定期会议上产生	定期会议，主要目的是和软件开发人员分享和讨论问题
知识共享	认为持续的学习机制可以帮助他们互相分享软件工程知识，但经验丰富的员工不够	自从实施敏捷过程以来，发布、迭代计划和成对编程加强了工作的协作性	每个受访者都认为使用电子邮件、面对面交流和一些协作工具可以进行知识传播
知识存储	不怎么知道用现存集中存储库查找归档的项目文档 使用从团队领导和模块领导处收到的项目文档	可以用搜索技术和可视化工具来浏览集中存储库，但还不够强大	不认为是知识管理实践 通过储存在存储库中的项目文档和储存在软件工程师头脑中的经验学习
知识应用	在未来的软件开发中重用之前项目的开发经验非常便利 使用不同的知识管理工具		

5 讨论和结论

本研究的目的是调研斯里兰卡软件公司的知识管理实践情况。为了保持软件公司在市场上的竞争优势，企业应当认识到在组织内部应用知识管理的重要性。研究结果发现虽然公司还没有建立 ICT 基础设施，但是软件开发人员愿意访问包括公共网页、内部网络、项目文档和源代码在内的多种知识源。同时，存储在知识库里的软件知识对软件开发人员来说助益良多，能使他们更具创造性，然而并非所有的软件工程师们都会利用现有的知识。此外，建立足够的搜索检索设施以及丰富知识库内容是未来需要认真考虑的问题。

总而言之，尽管软件开发人员认识到了知识管理的重要性，但现有的工具、技术和方法对软件开发行业来说，不能有效解决其中的知识管理问题。调研中参与者的反映情况突出了组织知识结构和组织学习的重要性。另外，除了正式和非正式的会议，能够用来分享专家隐性知识的机制或方法屈指可数。调查结果证明组织文化会影响知识共享，软件公司在未来必须对该问题加以重视并认真考虑。除此以外，本研究还为未来针对软件产业知识管理实践的相关研究提供了佐证，有利于推动未来的研究。笔者还计划执行额外的定量和定性数据收集，旨在了解更多的组织和其他情况，以能够更好地理解知识管理，为软件行业的组织学习找出支持策略。

致谢

衷心感谢武汉理工大学向剑文教授富有成效的讨论与交流及其对本文提出的富有建设性的修改意见。

参考文献：

[1] RUS I, LINDVALL M. Knowledge management in software engineering[J]. IEEE software, 2002, 19(3): 26-38.

[2] WIERZBICKI AP. Creative space: models of creative processes for the knowledge civilization age[M]. Belin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2005.

[3] POLANYI M. The tacit dimension[M]. Chicago: University of Chicago press, 1966.

[4] TIAN J, NAKAMORI Y, WIERZBICKI AP. Knowledge management and knowledge creation in academia: a study based on surveys in a Japanese research university[J]. Journal of knowledge management, 2009,13(2):76-92.

[5] LINDVALL M, RUS I, JAMMALAMADAKA R, THAKKER R. Software tools for knowledge management[M]. Mary land: Fraunhofer center for experimental software engineering, 2001.

[6] BJORNSON FO, DINGSOYR T. Knowledge management in software engineering: a systematic review of studied concepts, findings and research methods used[J]. Journal of information and software technology, 2008, 50(11): 55-68.

[7] FEHER P, GABOR A. The role of knowledge management supporters in software development companies[J]. Journal of software process improvement and practice, 2006, 11(3): 251-260.

[8] MEEHAN B, RICHARDSON I. Identification of software process knowledge management[J]. Journal of software process improvement and practice, 2002, 7(2): 47-55.

[9] VASANTHAPRIYAN S, TIAN J, XIANG J. A survey on knowledge management in software engineering[C]// International conference on software quality, reliability and security-companion (QRS-C). Vancouver: IEEE, 2015: 237-244.

[10] NONAKA I, TAKEUCHI H. The knowledge-creating company: how Japanese companies create the dynamics of innovation[M]. Oxford: Oxford university press, 1995.

[11] VIANA D, CONTE T, DE SOUZA C. Knowledge transfer between senior and novice software engineers: a qualitative analysis[C]//proceedings of the 26th international conference on software engineering and knowledge engineering. Vancouver: SEKE, 2014: 235–240.

[12] PALACIOS M D, SOTO A P, MERIGÓ J M. Analyzing the effects of technological, organizational and competition factors on Web knowledge exchange in SMEs[J]. Journal of telematics and informatics, 2015, 32(1): 23-32.

[13] AURUM A, JEFFERY R, WOHLIN C, HANDZIC M. Managing software engineering knowledge[M]. Berlin: Springer-Verlag, 2003.

[14] SLAUGHTER S A, KIRSCH L J. The effectiveness of knowledge transfer portfolios in software process improvement: a field study [J]. Information systems research, 2006, 17(3): 301-320.

[15] RUGGLES R. Knowledge tools: using technology to manage knowledge better[M]. New York: Ernst & Young Center for Business Innovation, 1997.

[16] KOMI-SIRVIC S, MANTYNIEMI A, SEPPANEN V. Towards a practical solution for capturing knowledge for software projects[J]. IEEE software, 2002,19 (3) :60–62.

[17] DESOUZA KC, AWAZU Y. Knowledge management at SMEs: five peculiarities[J]. Journal of knowledge management, 2006, 10(1): 32-43.

[18] NAKANORI Y, WIERZBICKI AP, ZHU Z. A theory of knowledge construction systems[J]. Journal of systems research and behavioral science, 2011, 28(1):15-39.

[19] NAKAMORI Y, TAKAGI M. Technology creation based on knowledge science[C]// Proceedings of the first international symposium on knowledge management for strategic creation of technology. JAIST: COE Press,2004:1-10.

[20] NAKAMORI Y. Knowledge and systems science: enabling systemic knowledge synthesis[M]. New York: CRC Press, 2013.

[21] TEDDLIE C, TASHAKKJORI A. Foundations of mixed methods research: integrating quantitative and qualitative approaches in the social and behavioral sciences[M]. California: Sage Publications Inc., 2009.

[22] HAIR J F. Multivariate data analysis[M]. New York: Pearson, 2009.

[23] AGGARWAL CC, YU PS. Outlier detection for high dimensional data [J]. ACM Sigmod Record, 2001, 30(2): 37-46.

作者贡献说明：

Shanmuganathan Vasanthapriyan：负责研究构思及设计、数据收集及论文撰写；

田　璟：负责研究框架设计、论文修订及最终定稿审批；

吴建国：负责数据分析及解释。

知识管理论坛，2017（1）:32-45
DOI：10.13266/j.issn.2095-5472.2017.005

Knowledge Construction in Software Industries- A Study from Sri Lankan Industrial Perspective

Shanmuganathan Vasanthapriyan Tian Jing Wu Jianguo
School of Computer Science and Technology, Wuhan University of Technology, Wuhan 430070

Abstract: [Purpose/significance] Software organizations depend on knowledgeable software developers. Software developers have to gather new technologies, domain knowledge, organizational policies, practices, and culture acknowledge to be actively involving in software developing activities. The unique and inherent characteristics of software development activity signify the importance of effective knowledge management activities employed inside the organization to manage the software knowledge. Increasing knowledge creation and sharing among software engineers are uphill tasks in software development environments. **[Method/process]** Our research analyzed the perceptions of software engineers working in software organizations about knowledge management practices adopted by Sri Lankan software practitioners by using both quantitative and qualitative methods. Semi-structured interviews and questionnaire surveys were carried out for three software industries in Sri Lanka. The results show that these software practitioners believe the importance of the knowledge sharing, and the need of organizational learning as a strategic tool for gaining competitive advantage and stabilizing organizational success. **[Result/conclusion]** Results of the research confirm the influence of information communication technologies on knowledge management practices and their subsequent expected implications for innovation in the organization. In addition, this study analyzes various KM tools and techniques used in these software organizations and finds out barriers to implement knowledge management practices. This study also presents a new perspective to organizational managers to enhance their organizations' efficiency through knowledge management activities.

Keywords: software engineering knowledge management KM practice tacit knowledge organizational learning